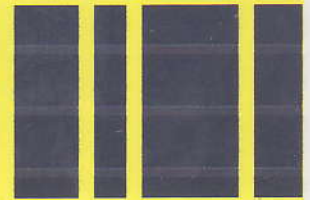


# **JETC** *Jurnal Elektronika Telekomunikasi & Computer*



- EFISIENSI PEMBANGKITAN TENAGA LISTRIK PT. PLN (PERSERO)  
WILAYAH PAPUA TAHUN 2005-2009*** 1-6  
Yosef Lefaan
- DESAIN MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF PADA MATA  
KULIAH PRAKTEK SISTEM TELEKOMUNIKASI TERAPAN*** 7-13  
Tasri Ponta, Muliadi
- EFEKTIVITAS PENERAPAN METODE COLLABORATIVE  
LEARNING (CL) MODEL JIGSAW PADA MATA KULIAH ILMU  
KOMPUTER PROGRAM STUDI D-3 JURUSAN TEKNIK  
ELEKTRONIKA FAKULTAS TEKNIK UNM*** 14-24  
Saliruddin
- TEKNOLOGI CD-DVD ROM DALAM PEMBELAJARAN  
MULTIMEDIA*** 25-37  
Mantasia
- DESAIN BLOGGER "MATIKA" SEBAGAI SARANA PEMBELAJARAN  
MATEMATIKA SISWA SDN RAJAWALI*** 38-48  
Sundari
- SISTEM MANAJEMEN FILE*** 49-57  
Ilham Thaief
- KEUNGGULAN SISTEM KOMUNIKASI DENGAN SERAT OPTIK*** 58-70  
Hasanah
- PRAKTIKUM BERBASIS SIMULASI KOMPUTER 3-DIMENSI PADA  
MATA KULIAH ELEKTRONIKA DIGITAL*** 71-87  
Hendra Jaya

**JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI MAKASSAR**

JETC	Volume	Nomor	Hlm.	Makassar	ISSN
	7	1	1-87	DES 2012	1829-7021

# JURNAL ELEKTRONIKA TELEKOMUNIKASI DAN COMPUTER

Terbit secara berkala setiap 6 bulan (Juni dan Desember)  
Diterbitkan sejak Desember 2006 oleh Jurusan Pendidikan Teknik  
Elektronika

**Vol. 7, No. 1, Des 2012**

**Penanggung jawab:**

Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika FT UNM

**Pimpinan Redaksi:**

Lu'mu Taris

**Redaktur Pelaksana:**

Hendra Jaya  
Misita Anwar  
Muh. Ma'ruf Idris  
Ummiati Rahmah  
Faisal Syafar  
Purnamawati  
Edy Sabara  
Tasri Ponta  
Mantasia

**Penyunting Ahli:**

Adhi Susanto (UGM)  
Mayong Maman (UNM)  
Roro Rosulindo (PolBan)  
Romi Wahono (ILKOM)  
Sapto Haryoko (UNM)  
Balza Achmad (UGM)

**Penyunting Pelaksana:**

Hasanah Nur  
Ilham Thaief  
Saliruddin  
Supriadi  
Sabran

**Tata Usaha:**

H. Amiruddin  
Marwan Aidit  
Mulyadi

---

Redaksi menerima tulisan ilmiah dalam bidang elektronika, komunikasi dan computer  
berupa gagasan, pendidikan & pelatihan, hasil penelitian, aplikasi, dan rekayasa.

---

**Sekretariat Redaksi:**

Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika  
Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar  
Jl. Dg. Tata Raya Parangtambung Makassar Sul-sel  
Telpon: 0411-840894; 081328540086; Fax: 0411-840894  
e-mail: jurnaljetc@gmail.com



---

## KEUNGGULAN SISTEM KOMUNIKASI DENGAN SERAT OPTIK

Hasanah

Dosen Jurusan Teknik Elektronika Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Makassar

### Abstrak

Serat optik merupakan solusi cerdas dunia telekomunikasi untuk mentransmisikan sinyal cahaya dari suatu tempat ke tempat lain dengan kecepatan tinggi. Cahaya yang ada di dalam serat optik sulit keluar karena indeks bias dari kaca lebih besar daripada indeks bias dari udara. Sumber cahaya yang digunakan adalah laser karena laser mempunyai spektrum yang sangat sempit. Kecepatan transmisi serat optik sangat tinggi sehingga sangat bagus digunakan sebagai saluran komunikasi. Serat optik terbuat dari bahan dielektrik berbentuk seperti kaca (glass). Di dalam serat inilah energi cahaya yang dibangkitkan oleh sumber cahaya disalurkan (ditransmisikan) sehingga dapat diterima di ujung unit penerima (receiver). Struktur serat optik pada umumnya terdiri dari 3 bagian yaitu: (1) Bagian yang paling utama dinamakan bagian inti (core), dimana gelombang cahaya yang dikirimkan akan merambat dan mempunyai indeks bias lebih besar dari lapisan kedua. Terbuat dari kaca (glass) yang berdiameter antara 2 -125 mm, dalam hal ini tergantung dari jenis serat optiknya; (2) Bagian yang kedua dinamakan lapisan selimut (Cladding), dimana bagian ini mengelilingi bagian inti dan mempunyai indeks bias lebih kecil dibandingkan dengan bagian inti. Terbuat dari kaca yang berdiameter antara 5-250 mm, juga tergantung dari jenis serat optiknya; (3) Bagian yang ketiga dinamakan lapisan jaket (Coating), dimana bagian ini merupakan pelindung lapisan inti dan selimut yang terbuat dari bahan plastik yang elastic. Keunggulan yang didapatkan dalam penggunaan serat optic adalah: (1) Lebih murah: Pembuatan kabel serat optik memerlukan bahan-bahan yang relatif murah; (2) Lebih tipis: memiliki diameter yang lebih kecil dari kawat tembaga; (3) Kapasitas muatan lebih besar: memungkinkan membawa lebih banyak saluran telepon atau televise; (4) Penurunan sinyal lebih sedikit: Kerugian sinyal cahaya pada serat optik lebih sedikit daripada kawat tembaga; (5) Sinyal cahaya: sinyal cahaya dari satu serat tidak tercampur (interferensi) dengan sinyal lain pada kabel serat yang sama. Ini memberikan hasil percakapan telepon atau gambar TV yang lebih jelas; (6) Daya lebih sedikit: Karena sinyal pada serat optik hanya berkurang sedikit, lebih sedikit pula daya transmitter yang digunakan dibanding transmitter listrik tegangan tinggi untuk kawat tembaga. Selain itu hal ini juga menghemat biaya; (7) Tidak mudah terbakar: Karena tidak ada listrik yang dilewatkan, maka tidak ada resiko kebakaran; (8) Ringan: lebih ringan karena serat optik memerlukan ruang penempatan yang lebih sedikit; dan (9) Fleksibel: Karena serat optik fleksibel dan dapat mentransmisikan dan menerima cahaya, banyak digunakan dalam kamera digital.

**Kata Kunci:** Serat optik, Telekomunikasi, laser, indeks bias, transmisi, cahaya



## A. PENDAHULUAN

Sistem komunikasi saat ini merupakan kebutuhan setiap manusia. Tanpa alat komunikasi, informasi sangat lambat diperoleh. Perkembangan dan penerapan teknologi telekomunikasi dunia yang berkembang dengan cepat, secara langsung ataupun tidak langsung akan mempengaruhi perkembangan sistem telekomunikasi Indonesia. Beroperasinya satelit telekomunikasi Palapa dan kemudian pemakaian SKSO (Sistem Komunikasi Serat Optik) di Indonesia merupakan bukti bahwa Indonesia juga mengikuti dan mempergunakan teknologi ini di bidang telekomunikasi.

Tidak disangkal lagi bahwa serat optik akan memberikan kemungkinan yang lebih baik bagi jaringan telekomunikasi. Serat optik adalah salah satu media transmisi yang dapat menyalurkan informasi dengan kapasitas besar dengan keandalan yang tinggi. Berbeda dengan media transmisi lainnya, maka pada serat optik gelombang pembawanya tidak merupakan gelombang elektromagnet atau listrik, akan tetapi merupakan sinar/cahaya laser.

Pesatnya perkembangan arus informasi dan komputerisasi dapat diartikan sebagai berkembangnya permintaan terhadap komunikasi data. Di masa lalu, lalu lintas komunikasi data

dilayani oleh kabel tembaga. Dan saat ini telah berkembang pesat teknologi serat optik sebagai alternatif penggantinya.

Sejak penemuannya, serat optik menjadi bagian yang sangat penting dalam komunikasi modern. Untuk beberapa tahun mendatang, serat optik akan menggantikan kabel tembaga sebagai standar komunikasi. Dengan laju 20 dB/km, serat optik menjadi metode yang dapat dikerjakan dengan mudah untuk pengiriman data. Laju pengiriman data berkecepatan tinggi dari serat optik dapat menggantikan peranan kabel tembaga dan menjadi standar baru pengiriman data.

Teknologi serat optik mempunyai banyak keunggulan dibanding kabel tembaga ataupun teknologi nirkabel (wireless), seperti laju data yang lebih cepat dan terbebas dari interferensi. Serat optik telah menjadi primadona di Amerika dan Eropa Barat dan dalam waktu dekat akan segera menggantikan *backbone* komunikasi utama di negara-negara maju.

Serat optik tidak hanya diterapkan dalam telekomunikasi, namun banyak perusahaan komunikasi menggunakan serat optik dalam sistem rakitan (*assembly*) komputer. Alasan penggunaan serat optik adalah karena cahaya tidak bermasalah dengan interferensi elektromagnetik, tidak seperti kabel tembaga. Serat optik juga digunakan untuk keamanan dan



pengukuran sistem, seperti perubahan dan kecepatan angin. Dengan semua kemungkinan tersebut, serat optik akan menjadi teknologi yang paling aktif dan penting dalam beberapa dekade mendatang.

Serat optik adalah saluran transmisi yang terbuat dari kaca atau plastik yang digunakan untuk mentransmisikan sinyal cahaya dari suatu tempat ke tempat lain dengan kecepatan tinggi dengan harga yang lebih murah daripada system kawat tembaga. Serat optik merupakan solusi cerdas dunia telekomunikasi untuk mentransmisikan sinyal cahaya dari suatu tempat ke tempat lain dengan kecepatan tinggi. Cahaya yang ada di dalam serat optik sulit keluar karena indeks bias dari kaca lebih besar daripada indeks bias dari udara. Sumber cahaya yang digunakan adalah laser karena laser mempunyai spektrum yang sangat sempit. Kecepatan transmisi serat optik sangat tinggi sehingga sangat bagus digunakan sebagai saluran komunikasi.

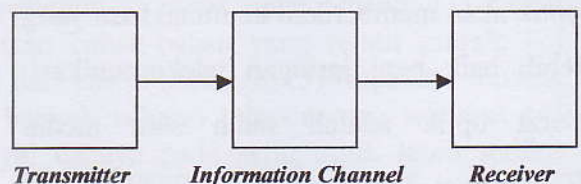
## PEMBAHASAN

### 2.1 Dasar Sistem Komunikasi Serat Optik

Dasar sistem komunikasi terdiri dari sebuah *transmitter*, sebuah *receiving*, dan sebuah *information channel*. Pada *transmitter* informasi dihasilkan dan

mengolahnya menjadi bentuk yang sesuai untuk di kirimkan sepanjang *information channel*, informasi ini berjalan dari *transmitter* ke *receiver* melalui *information channel* ini. *Information channels* dapat dibagi menjadi 2 kategori : *Unguided channel* dan *Guided channel*. Atmosphere adalah sebuah contoh *Unguided channel*, sistem yang menggunakan *atmospheric channel* adalah radio, televisi dan *microwave relay links*. *Guided channels* mencakup berbagai variasi struktur tranmisi konduksi, seperti *two-wire line*, *coaxial cable*, *twisted-pair*.

Lebih jelasnya, dapat digambar seperti gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Dasar sistem komunikasi

Sistem komunikasi serat optik secara umum, dimana beberapa fungsi dari setiap bagian adalah sebagai berikut :

- a. *Message Origin*. *Message origin* bisa berupa besaran fisik non-listrik (suara atau gambar), sehingga diperlukan transduser (sensor) yang merubah *message* dari bentuk non-listrik ke bentuk listrik. Contoh yang umum adalah *microphone* merubah gelombang



suara menjadi arus listrik dan Video cameras (CCD) merubah gambar menjadi arus listrik;

b. *Modulator* dan *Carrier Source*.

Memiliki 2 fungsi utama, pertama merubah *message* elektrik ke dalam bentuk yang sesuai, kedua menumpangkan sinyal ini pada gelombang yang dibangkitkan oleh *carrier source*. Format modulasi dapat dibedakan menjadi modulasi analog dan digital. Pada modulasi digital untuk menumpangkan sinyal data digital pada gelombang *carrier*, modulator cukup hanya meng-on kan atau meng-off kan *carrier source* sesuai dengan sinyal data-nya. *Carrier source* membangkitkan gelombang cahaya dimana padanya informasi ditransmisikan, yang umum digunakan *Laser Diode (LD)* atau *Light Emitting Diode (LED)*.

- c. *Channel Coupler*. Untuk menyalurkan power gelombang cahaya yang telah termodulasi dari *carrier source* ke *information channel* (serat optik). Merupakan bagian penting dari desain sistem komunikasi serat optik sebab kemungkinan *loss* yang tinggi,

d. *Information Channel* (Serat Optik).

Karakteristik yang diinginkan dari serat optik adalah atenuasi yang rendah dan sudut *light-acceptance-cone* yang besar.

*Amplifier* dibutuhkan pada sambungan yang sangat panjang (ratusan atau ribuan kilometer) agar didapatkan power yang cukup pada *receiver*. Repeater hanya dapat digunakan untuk sistem digital, dimana berfungsi merubah sinyal optik yang lemah ke bentuk listrik kemudian dikuatkan dan dikembalikan ke bentuk sinyal optik untuk transmisi berikutnya. Waktu perambatan cahaya di dalam serat optik bergantung pada frekuensi cahaya dan pada lintasan yang dilalui, sinyal cahaya yang merambat di dalam serat optik memiliki frekuensi berbeda-beda dalam rentang tertentu (lebar spektrum frekuensi) dan powernya terbagi-bagi sepanjang lintasan yang berbeda-beda, hal ini menyebabkan distorsi pada sinyal. Pada sistem digital distorsi ini berupa pelebaran (dispersi) pulsa digital yang merambat di dalam serat optik, pelebaran ini makin bertambah dengan bertambahnya jarak yang ditempuh dan pelebaran ini akan tumpang tindih dengan pulsa-pulsa yang lainnya, hal ini akan menyebabkan kesalahan pada deteksi sinyal. Adanya dispersi membatasi kecepatan informasi (pada system digital kecepatan informasi disebut *data rate* diukur dalam satuan *bit per second (bps)* yang dapat dikirimkan. Pada fenomena



*optical soliton*, efek dispersi ini diimbangi dengan efek nonlinier dari serat optik sehingga pulsa sinyal dapat merambat tanpa mengalami perubahan bentuk (tidak melebar).

e. *Detector* dan *Amplifier*. Digunakan foto-detektor (*photo-diode*, *photo transistor* dsb) yang berfungsi merubah sinyal optik yang diterima menjadi sinyal listrik.

f. *Signal Processor*. Untuk transmisi analog, sinyal prosesor terdiri dari penguatan dan filtering sinyal. Filteri power sinyal yang tidak diinginkan. Fluktuasi acak yang ada pada sinyal yang diterima disebut sebagai *noise*. Bagaimana pengaruh *noise* ini terhadap system komunikasi ditentukan oleh besaran *SNR (Signal to Noise Ratio)*, yaitu perbandingan daya sinyal dengan daya noise, biasanya dinyatakan dalam desi- Bell (dB), makin besar SNR maka makin baik kualitas sistem komunikasi tersebut terhadap gangguan *noise*. Untuk sistem digital, sinyal prosesor terdiri dari penguatan dan filtering sinyal serta rangkaian pengambil keputusan. Rangkaian pengambil keputusan ini memutuskan apakah sebuah bilangan biner 0 atau 1 yang diterima selama slot waktu dari setiap individual bit. Karena adanya *noise* yang tak dapat dihilangkan maka selalu

ada kemungkinan kesalahan dari proses pengambilan keputusan ini, dinyatakan dalam besaran *Bit Error Rate (BER)* yang nilai-nya harus kecil pada komunikasi. Jika data yang dikirim adalah analog (misalnya suara), namun ditransmisikan melalui serat optik secara digital (pada *transmitter* dibutuhkan *Analog to Digital Converter (ADC)* sebelum sinyal masuk *modulator*) maka dibutuhkan juga *Digital to Analog Converter (DAC)* pada sinyal prosesor, untuk merubah data digital menjadi analog, sebelum dikeluarkan ke output (misalnya *speaker*).

g. *Message Output*. Jika output yang dihasilkan di presentasikan langsung ke manusia, yang mendengar atau melihat informasi tersebut, maka output yang masih dalam bentuk sinyal listrik harus dirubah menjadi gelombang suara atau *visual image*. Transduser (*actuator*) untuk hal ini adalah *speaker* untuk *audio message* dan tabung sinar katoda (*CRT*) (atau yang lainnya seperti *LCD*, *OLED* dsb) untuk *visual image*. - Pada beberapa situasi misalnya pada sistem dimana komputer-komputer atau mesin-mesin lainnya dihubungkan bersama-sama melalui sebuah sistem serat optik, maka output dalam bentuk sinyal listrik langsung dapat digunakan. Hal ini juga

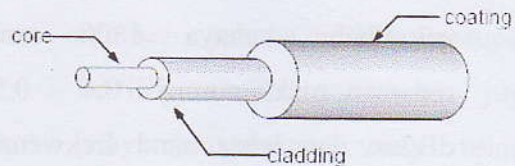


jika sistem serat optik hanya bagian dari jaringan yang lebih besar, seperti pada sebuah *fiber link* antara *telephone exchange* atau sebuah *fiber trunk line* membawa sejumlah program televisi, pada kasus ini prosesing mencakup distribusi dari sinyal listrik ke tujuan-tujuan tertentu yang diinginkan. Peralatan pada *message output* secara sederhana hanya berupa sebuah konektor elektrik dari prosesor sinyal ke sistem berikutnya.

## 2.2 Struktur dan Perambatan Cahaya pada Serat Optik

Serat optik terbuat dari bahan dielektrik berbentuk seperti kaca (*glass*). Di dalam serat inilah energi cahaya yang dibangkitkan oleh sumber cahaya disalurkan (*ditransmisikan*) sehingga dapat diterima di ujung unit penerima (*receiver*). Struktur Serat Optik pada umumnya terdiri dari 3 bagian yaitu: (a) Bagian yang paling utama dinamakan bagian inti (*core*), dimana gelombang cahaya yang dikirimkan akan merambat dan mempunyai indeks bias lebih besar dari lapisan kedua. Terbuat dari kaca (*glass*) yang berdiameter antara 2 ~ 125  $\mu\text{m}$ , dalam hal ini tergantung dari jenis serat optiknya; (b) Bagian yang kedua dinamakan lapisan selimut (*Cladding*), dimana bagian ini mengelilingi bagian inti dan mempunyai

indeks bias lebih kecil dibandingkan dengan bagian inti. Terbuat dari kaca yang berdiameter antara 5 ~ 250  $\mu\text{m}$ , juga tergantung dari jenis serat optiknya; (c) Bagian yang ketiga dinamakan lapisan jaket (*Coating*), dimana bagian ini merupakan pelindung lapisan inti dan selimut yang terbuat dari bahan plastik yang elastis. Lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2 di bawah ini.

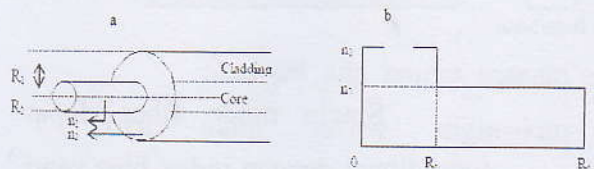


Gambar 2. Struktur dasar Serat Optik

## 2.3 Jenis – Jenis Kabel Serat Optik

Menurut jenisnya, kabel serat optik dibedakan menjadi 3 macam :

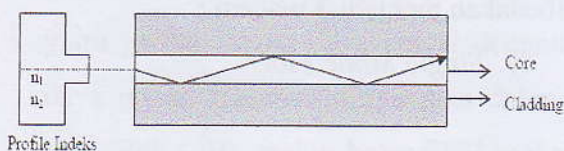
### 1) Single Mode Fiber



Pada single mode fiber, terlihat pada gambar bahwa indeks bias akan berubah dengan segera pada batas antara *core* dan *cladding* (*step index*). Bahannya terbuat dari silica glass baik untuk *cladding* maupun *core*nya. Diameter *core* jauh lebih kecil (10  $\mu\text{m}$ )

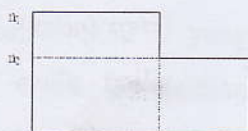
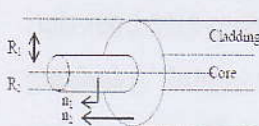


dibandingkan dengan diameter *cladding*, konstruksi demikian dibuat untuk mengurangi rugi-rugi transmisi akibat adanya *fading*. *Single mode fiber* sangat baik digunakan untuk menyalurkan informasi jarak jauh karena di samping rugi-rugi transmisi yang kecil juga mempunyai band frkuensi yang lebar. Misalnya untuk ukuran 10/125 mm, pada panjang gelombang cahaya 1300 nm, redaman maksimumnya 0,4 – 0,5 dB/km dan lebar band frekwensi minimum untuk 1 km sebesar 10 GHz.. Perambatan cahaya dalam single mode fiber adalah sebagai berikut

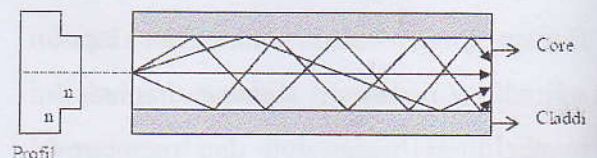


Single mode fiber dapat juga dibuat dengan index bias yang berubah secara perlahan-lahan (*graded index*).

## 2) Multimode Step Index Fiber

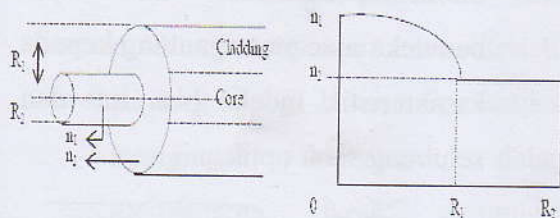


Serat optik ini pada dasarnya mempunyai diameter *core* yang besar (50 – 400  $\mu\text{m}$ ) dibandingkan dengan diameter *cladding* (125 – 500  $\mu\text{m}$ ). Sama halnya dengan single mode fiber, pada serat optik ini terjadi perubahan index bias dengan segera (*step index*) pada batas antara *core* dan *cladding*. Diameter core yang besar (50 – 400  $\mu\text{m}$ ) digunakan untuk menaikkan efisiensi *coupling* pada sumber cahaya yang tidak koheren seperti LED. Karakteristik penampilan serat optik ini sangat bergantung pada macam material/bahan yang digunakan. Berdasarkan hasil penelitian, penambahan prosentase bahan *silica* pada serat optik ini akan meningkatkan penampilan (*performance*). Tetapi jenis serat optik ini tidak populer karena meskipun kadar *silica*nya ditingkatkan, rugi-rugi dispersi sewaktu transmit tetap besar, sehingga hanya baik digunakan untuk menyalurkan data/informasi dengan kecepatan rendah dan jarak relatif dekat. Perambatan gelombang pada *multimode step index fiber* sebagai berikut :





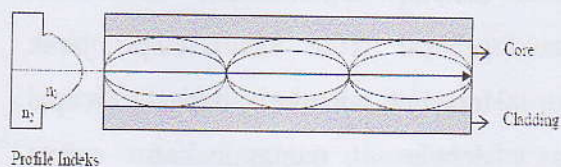
### 3) Multimode Graded index



#### Multimode graded index

dibuat dengan menggunakan bahan multi *component glass* atau dapat juga dengan *silica glass* baik untuk *core* maupun *cladding*nya. Pada serat optik tipe ini, indeks bias berubah secara perlahan-lahan (*graded index multimode*). Indeks bias inti berubah mengecil perlahan mulai dari pusat *core* sampai batas antara *core* dengan *cladding*. Makin mengecilnya indeks bias ini menyebabkan kecepatan rambat cahaya akan semakin tinggi dan akan berakibat dispersi waktu antara berbagai mode cahaya yang merambat akan berkurang dan pada akhirnya semua mode cahaya akan tiba pada waktu yang bersamaan di penerima (ujung serat optik). Diameter *core* jenis serat optik ini lebih kecil dibandingkan dengan diameter *core* jenis serat optik *Multimode Step Index*, yaitu 30 – 60  $\mu\text{m}$  untuk *core* dan 100 – 150  $\mu\text{m}$  untuk *cladding*nya. Biaya

pembuatan jenis serat optik ini sangat tinggi bila dibandingkan dengan jenis *Single mode*. Rugi-rugi transmisi minimum adalah sebesar 0,70 dB/km pada panjang gelombang 1,18  $\mu\text{m}$  dan lebar *band* frekwensi 150 MHz sampai dengan 2 GHz. Oleh karenanya jenis serat optik ini sangat ideal untuk menyalurkan informasi pada jarak menengah dengan menggunakan sumber cahaya LED maupun LASER, di samping juga penyambungannya yang relatif mudah. Perambatan gelombang cahaya pada jenis serat optik ini sebagai berikut :



Saat ini ada empat macam tipe yang sering digunakan berdasarkan ITU-T (*International Telecommunication Union—Telecommunication Standardization sector*) yang dahulu dikenal dengan CCITT yaitu: (1) G.652 - Standar Single Mode Fiber, (2) G.653—Dispersion-shifted single mode fiber, (3) G.653— Characteristics of cut-off



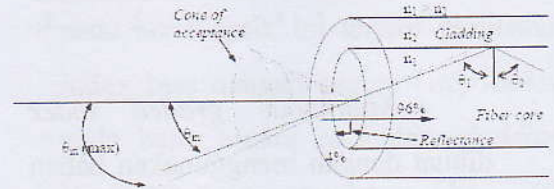
shifted mode fiber cable, (4) G.655 – Dispersion-shifted non zero Dispersion fiber. Tipe fiber G.652 adalah tipe fiber yang sering digunakan saat ini dan semua tipe dari tipe fiber yang ada sekarang ini menyesuaikan dengan type G.652. Saat ini tipe dari jenis fiber single mode ini dapat digunakan pada STM-1 (155 Mbit/s) untuk mencakup jarak lebih dari 1280 km tanpa menggunakan *repeater* (pengulang/penguat) dan pada STM 4 (622 Mbit/s) digunakan untuk jarak lebih dari 160 km dengan memakai *amplifier* fiber optik. Menurut ITU-T jarak yang dapat dicakup untuk STM 16 adalah sebesar 160 km, tetapi jarak tersebut hanya dapat dicapai dengan menggunakan post *amplifier* (penguat) optic dan *pre-amplifier* sedangkan untuk STM 64 jarak yang dapat dicakup adalah sebesar 40 – 80 km.

## 2.4 Karakteristik Serat Optik

### 1) Numerical Aperture (NA)

*Numerical Aperture* merupakan parameter yang merepresentasikan sudut penerimaan maksimum dimana berkas cahaya masih bisa diterima

dan merambat didalam inti serat. Sudut penerimaan ini dapat beraneka macam tergantung kepada karakteristik indeks bias inti dan selubung serat optik.



Jika sudut datang berkas cahaya lebih besar dari NA atau sudut kritis maka berkas tidak akan dipantulkan kembali ke dalam serat melainkan akan menembus *cladding* dan akan keluar dari serat. Semakin besar NA maka semakin banyak jumlah cahaya yang diterima oleh serat. Akan tetapi sebanding dengan kenaikan NA menyebabkan lebar pita berkurang, dan rugi penyebaran serta penyerapan akan bertambah. Oleh karena itu, nilai NA besar hanya baik untuk aplikasi jarak-pendek dengan kecepatan rendah. Besarnya *Numerical Aperture* (NA) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$NA = \sin \theta_{\max} = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)} = n_1 \sqrt{\Delta}$$

$n_1$  = Indeks bias inti

$n_2$  = Indeks bias *cladding*

$\Delta$  = beda indeks bias relatif



## 2) Redaman.

Redaman/atenuasi serat optik merupakan karakteristik penting yang harus diperhatikan mengingat kaitannya dalam menentukan jarak pengulang (*repeater*), jenis pemancar dan penerima optik yang harus digunakan. Besarnya atenuasi atau rugi-rugi daya dinyatakan oleh persamaan berikut :

$$\alpha = \frac{10}{L} \log \left( \frac{P_{in}}{P_{out}} \right) \text{ dB/km}$$

L = Panjang serat optik (km)

$P_{in}$  = Daya yang masuk ke dalam serat optik

$P_{out}$  = Daya yang keluar dari serat

Redaman serat biasanya disebabkan oleh karena penyerapan/*absorpsi* energi sinyal oleh bahan, efek *cattering*/penghamburan dan pengaruh radiasi/pembengkokan. Semakin besar atenuasi berarti semakin sedikit cahaya yang dapat mencapai detektor dan dengan demikian semakin pendek kemungkinan jarak span antar pengulang.

## 3) Dispersi

Dispersi adalah pelebaran pulsa yang terjadi ketika sinyal merambat melalui sepanjang serat optik. Dispersi akan membatasi lebar

pita (*bandwidth*) dari serat. Dispersi yang terjadi pada serat secara garis besar ada dua yaitu dispersi intermodal dan dispersi intramodal dikenal dengan nama lain *dispersi kromatik* disebabkan oleh *dispersi material* dan *dispersi waveguide*.

## 2.5 Keunggulan Sistem Serat Optik

Serat optik memiliki keunggulan dibandingkan dengan sistem konvensional menggunakan kabel logam (tembaga) biasa, antara lain:

- Less expensive*. Beberapa mil kabel optik dapat dibuat lebih murah dari kabel tembaga dengan panjang yang sama.
- Thinner*. Serat optik dapat dibuat dengan diameter lebih kecil (ukuran diameter kulit dari serat sekitar 100  $\mu\text{m}$  dan total diameter ditambah dengan jaket pelindung sekitar 1 – 2 mm) daripada kabel tembaga, dan juga karena serat optik membawa *light* (cahaya) maka tentunya memiliki *light weight* (berat yang ringan). Maka kabel serat optik mengambil tempat yang lebih kecil di dalam tanah.
- Higher carrying capacity* – Karena serat optik lebih tipis dari kabel tembaga maka kebanyakan serat optik dapat dibundel ke dalam sebuah kabel dengan diameter tertentu maka beberapa jalur



- telepon dapat berada pada kabel yang sama atau lebih banyak saluran televisi pada *TV cable* dapat melalui kabel. Serat optik juga memiliki *bandwidth* yang besar (1 dan 100 GHz, untuk *multimode* dan *single-mode* sepanjang 1 Km).
- d. *Less signal degradation* – Sinyal yang *loss* pada serat optik lebih kecil (kurang dari 1 dB/km pada rentang panjang gelombang yang lebar) dibandingkan dengan kabel tembaga.
- e. *Light signals* – Tidak seperti sinyal listrik pada kabel tembaga, sinyal cahaya dari satu serat optik tidak berinterferensi dengan sinyal cahaya pada serat optik yang lainnya di dalam kabel yang sama, juga tidak ada interferensi elektromagnetik. Ini berarti meningkatkan kualitas percakapan telepon atau penerimaan TV. Juga tidak ada.
- f. *Low Power* – Karena sinyal pada serat optik mengalami *loss* yang rendah, *transmitter* dengan daya yang rendah dapat digunakan dibandingkan dengan sistem kabel tembaga yang membutuhkan tegangan listrik yang tinggi, hal ini jelas dapat mengurangi biaya yang dibutuhkan.
- g. *Digital signals* – Serat optik secara ideal cocok untuk membawa informasi digital dimana berguna secara khusus pada jaringan komputer.
- h. *Non-flammable* – Karena tidak ada arus listrik yang melalui serat optik, maka tidak ada resiko bahaya api.
- i. *Flexible* – Karena serat optik sangat fleksibel dan dapat mengirim dan menerima cahaya, maka digunakan pada kebanyakan kamera digital fleksibel untuk tujuan : (a) Medical Imaging, pada *bronchoscopes*, *endoscopes*, *laparoscope*, *colonofiberscope* (dapat dimasukkan ke dalam tubuh manusia (misal usus) sehingga citranya dapat dilihat langsung dari luar tubuh), (b) *Mechanical imaging*, memeriksa pengelasan didalam pipa dan mesin, (c) *Plumbing*, memeriksa *sewer lines*.

## PENUTUP

Serat optik adalah saluran transmisi yang terbuat dari kaca atau plastik yang digunakan untuk mentransmisikan sinyal cahaya dari suatu tempat ke tempat lain dengan kecepatan tinggi dengan harga yang lebih murah daripada system kawat tembaga. Cahaya yang ada di dalam serat optik sulit keluar karena indeks bias dari kaca lebih besar daripada indeks bias dari udara. Sumber cahaya yang digunakan adalah laser karena laser mempunyai spektrum yang sangat sempit. Kecepatan transmisi serat optik sangat tinggi sehingga



sangat bagus digunakan sebagai saluran komunikasi.

Teknologi serat optik menawarkan kecepatan data yang lebih besar sepanjang jarak yang lebih jauh dengan harga yang lebih rendah daripada system konvensional menggunakan kawat logam (tembaga). Struktur dasar dari sebuah serat optik yang terdiri dari 3 bagian : *core* (inti), *cladding* (kulit), dan *coating* (mantel) atau *buffer* (pelindung).

Keunggulan yang didapatkan dalam penggunaan serat optik, sebagai berikut:

- a. **Lebih murah:** Pembuatan kabel serat optik memerlukan bahan-bahan yang relatif murah.
- b. **Lebih tipis:** Serat optik memiliki diameter yang lebih kecil dari kawat tembaga.
- c. **Kapasitas muatan lebih besar:** Karena serat optik lebih tipis dari kawat tembaga, lebih banyak serat yang dapat dibundel dari kabel tembaga sehingga bundelan serat memungkinkan membawa lebih banyak saluran telepon atau televisi.
- d. **Penurunan sinyal lebih sedikit:** Kerugian sinyal cahaya pada serat optik lebih sedikit daripada kerugian sinyal listrik pada kawat tembaga.
- e. **Sinyal cahaya:** Tidak seperti sinyal listrik dalam kawat tembaga, sinyal cahaya dari satu serat tidak tercampur (interferensi) dengan sinyal lain pada kabel serat yang sama. Ini memberikan hasil percakapan telepon atau gambar TV yang lebih jelas.
- f. **Daya lebih sedikit:** Karena sinyal pada serat optik hanya berkurang sedikit, lebih sedikit pula daya transmitter yang digunakan dibanding transmitter listrik tegangan tinggi untuk kawat tembaga. Selain itu hal ini juga menghemat biaya.
- g. **Sinyal digital:** Serat optik sangat ideal untuk membawa informasi digital, terutama jika digunakan dalam jaringan komputer.
- h. **Tidak mudah terbakar:** Karena tidak ada listrik yang dilewatkan serat optik, maka tidak ada resiko kebakaran yang disebabkan oleh serat optik itu.
- i. **Ringan:** Serat optik lebih ringan karena serat optik memerlukan ruang penempatan yang lebih sedikit.
- j. **Fleksibel:** Karena serat optik fleksibel dan dapat mentransmisikan dan menerima cahaya, serat optik banyak digunakan dalam kamera digital.



---

## DAFTAR PUSTAKA

- Gerd Keisser, (1996). *Optical Communication*. John M. Senior, Optical Fiber Communication, Prentice Hall.
- John M. Senior, (2000). *Optical Fiber Communication*, Prentice Hall.
- Joseph C. Palais, *Pengenalan Sistem Komunikasi Serat Optik*, diambil dari <http://www.howstuffworks.com> / pada tanggal 17-12-2009.
- Kadir, Abdul. (2005). *Pengenalan Teknologi Informasi*, Yogyakarta: Andi Offset.
- Kachima, Norio. (2000). *Optical Transmission for the Subscriber loop*, 1 st edition, Artech House.
- [mailto://elektron@hme.ee.itb.ac.id](mailto:elektron@hme.ee.itb.ac.id), Sistem Komunikasi Serat Optik, Elektro, Nomor 5, Tahun I, April 2000: HME-ITB.
- Sumanata Partama I Putu. (2009). *Perencanaan Link Optik Denpasar-Amilaputra untuk memenuhi kebutuhan Trafik di Daerah Bali Timur hingga tahun 2015*, IT Telkom